

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04255203
PUBLICATION DATE : 10-09-92

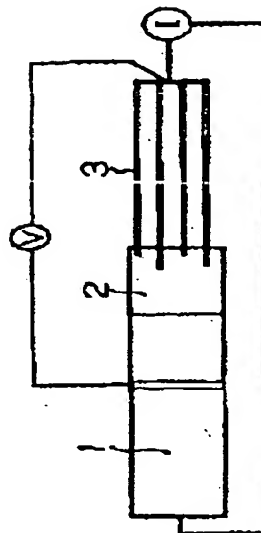
APPLICATION DATE : 07-02-91
APPLICATION NUMBER : 03036542

APPLICANT : MITSUI MINING & SMELTING CO LTD;

INVENTOR : HOSHINO KAZUTOMO;

INT.CL. : H01F 7/22 H01R 4/68

TITLE : OXIDE SUPERCONDUCTING
CURRENT LEAD



ABSTRACT : PURPOSE: To make possible to perform a soldering operation, and to reduce connection resistance by providing a silver-coated part, formed by sintering pressure-bonded silver foil, silver paste or a silver flame-sprayed layer, on the end part of a rod-like oxide superconducting material.

CONSTITUTION: Y-Ba-Cu-O and the like can be used for oxide superconducting material, and a rod-like oxide superconducting body 1 formed by the power of the above-mentioned material. A sheet of silver foil is wound on the end part of the superconducting body 1 and pressure is applied thereto, or silver paste is applied and dried up. After silver frame-spraying process has been conducted, the material is sintered, and a silver-coated part 2 is formed. A stranded wire of the low-resistance normal conducting metal such as copper and the like, and a multi-core wire, which is formed by adding stabilized material to the superconducting substance such as a niobium-titanate alloy and the like can be used as a conductor to be connected to the above-mentioned silver-coated part 2. Especially, the use of a metal superconducting wire, having zero resistance at the temperature of liquid helium, for one or both of the oxide superconducting lead wires is good for reduction of connection resistance.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-255203

(43) 公開日 平成4年(1992)9月10日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 7/22	Z A A J	7135-5E		
H 0 1 R 4/68	Z A A	7004-5E		

審査請求 未請求 請求項の数2(全3頁)

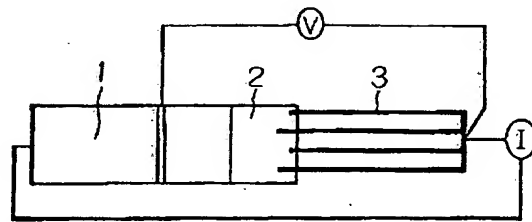
(21) 出願番号	特願平3-36542	(71) 出願人	000006183 三井金属鉱業株式会社 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号
(22) 出願日	平成3年(1991)2月7日	(72) 発明者	沼田 幸一 埼玉県上尾市原市1380-1 C-407
		(72) 発明者	早野 和友 埼玉県上尾市大谷本郷441-19
		(74) 代理人	弁理士 佐藤 孝夫

(54) 【発明の名称】 酸化物超電導電流リード

(57) 【要約】

〔目的〕 酸化物超電導体を電流リードとして用いる場合、銅等の導線と接続抵抗を低くし、且つ冷却時の熱収縮を低減でき、大電流を流し得る酸化物超電導電流リードを提供する。

〔構成〕 棒状とした酸化物超電導体端部に、圧着された銀箔、銀ペーストもしくは銀溶射層を焼結した銀コート部を有し、もしくはこの銀コート部に導線が複数本分散接続された酸化物超電導電流リード。



(2)

特開平4-255203

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 棒状とした酸化物超電導体端部に、圧着された銀箔、銀ペーストもしくは銀溶射層を焼結した銀コート部を有してなる酸化物超電導電流リード。

【請求項2】 前記銀コート部に導線が複数本分散接続されてなる酸化物超電導電流リード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は超電導コイルを用いた強磁場発生用磁石等到大電流を供給する際に用いられる酸化物超電導電流リードに関する。

【0002】

【従来の技術およびその問題点】 超電導材料は、臨界温度 T_c 以下でゼロ抵抗、完全反磁性、ジョセフソン効果等の特性を示す材料である。金属系の超電導材料は臨界温度が20K未満と低いが、液体ヘリウム温度(4.2K)で超電導コイルに大電流を流すことにより無損失で高磁場を発生することが可能となっている。これらは磁気浮上列車、核磁気共鳴診断装置等に利用されている。

【0003】 電流リードは室温部の電源から極低温の超電導磁石に数百〜数千Aの電流を供給するものであり、従来は銅線が用いられていた。しかし、常電導の銅を用いると、①リード線の電気抵抗によるジュール熱、②熱伝導によるリード線を通じての熱流入、が避けられない。これらは電力の損失、冷媒であるヘリウムの損失につながるため、最小の損失となるようなその形状については種々の検討が行われている。

【0004】 1987年に発見されたY-Ba-Cu-O系超電導体や1988年に発見されたBi-Sr-Ca-Cu-O系超電導体等の酸化物超電導体は臨界温度が液体窒素温度以上であり、77Kという比較的高い温度で超電導状態が実現されるので、上記用途に適用される材料として有望であるが、酸化物超電導体を用いる場合、銅線との接続が問題となる。酸化物には半田付けは適用できず、1つの手段として導電ペーストを塗布する方法が考えられるが、この手法では接続抵抗が $1/10^3 \Omega \cdot \text{cm}^2$ と大きく、大電流を流すことはできない。

【0005】 本発明は酸化物超電導体を電流リードとして用いる場合、銅等の導線と接続抵抗を低くでき、従って大電流を流し得る酸化物超電導電流リードを提供することを目的とするものである。

【0006】

【問題点を解決するための手段】 本発明の酸化物超電導電流リードは、棒状とした酸化物超電導体端部に、圧着された銀箔、銀ペーストもしくは銀溶射層を焼結した銀コート部を有してなる酸化物超電導電流リードもしくはこの銀コート部に導線を複数本分散接続させてなる酸化物超電導電流リードにより、前記課題を達成したものである。

【0007】

2

【作用】 このような本発明に係る酸化物超電導電流リードでは、酸化物超電導体端部に形成された銀コート部により、半田付けが可能となり、導線との接続が低い接続抵抗をもって可能となる。さらに、この銀コート部に複数本の導線を分散接続することにより、冷却時に固定治具等が生じる収縮応力が低減され、酸化物超電導電流リードの破損なく、超電導マグネット等を運転することができる。しかも大電流を超電導磁石等に流してもリード線での発熱はなく、また酸化物超電導体は伝熱係数が金属よりも低いため、熱伝導に伴う熱流入を低下させることが可能となり、冷媒の消費量の低減が図れる。以下に本発明の具体例を図を参照して説明する。

【0008】 本発明において使用できる酸化物超電導体としては、Y-Ba-Cu-O系(臨界温度90K)、Bi-(Pb)-Sr-Ca-Cu-O系(臨界温度110K)、Tl-Ba-Ca-Cu-O系(臨界温度125K)等が適用可能である。これら酸化物超電導体の粉末を冷間静水圧処理等で棒状の酸化物超電導体1に成形する。この棒状酸化物超電導体試料の端部に①銀箔を巻き付けた上で冷間静水圧処理等により100〜500 kg/cm²で加圧する、あるいは②銀ペーストを塗布して乾燥する、③銀を溶射する、工程を加えた上で、これを温度800〜950℃で焼結し、銀コート部2を形成する。このようにして得られた銀コート部2に接続する導線3としては、銅、アルミニウム等の低抵抗の常電導金属の単芯線、撚り線、網線等及びニオブチタン合金、ニオブ鉛合金、バナジウム-ガリウム合金等の超電導物質に安定化材を加えた多芯線等が適応可能である。特に、酸化物超電導電流リードの一方あるいは両方が液体ヘリウム温度で用いられる場合、液体ヘリウム温度で抵抗がゼロである金属系超電導導線を用いることは接続抵抗の低減に有用である。

【0009】

【発明の効果】 以上のような本発明によれば、酸化物超電導リードと常電導リードとの接続抵抗を $1/10^3 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 以下に低減できるので、超電導磁石等に電流を供給する際に熱流入を抑制でき、ヘリウム消費量の低減、冷凍設備の小型化が可能となる。さらに、導線を銀コート部に分散して複数本接続することにより、銅ブロック等を接続する場合に比べて冷却時に生じる収縮応力が低減されることにより、接続線の切断が防止でき、且つ接触面積が増大されるため、接続抵抗がさらに低減される。

【0010】

【実施例1】 Bi(Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O)系酸化物超電導体(Bi:Pb:Sr:Ca:Cu=0.8:0.2:0.8:1.0:1.4)の粉末を冷間静水圧処理(1 ton/cm²)で直径12mm、長さ200mmの棒状に成形した。これを845℃で24時間焼成した後、棒状試料の端部に、厚さ20μm、

3

幅20mmになるように、①銀箔を巻き冷間静水圧処理(1000 kg/cm²)を施し、②銀ペーストを塗布し、もしくは③銀溶射し、次いで冷間静水圧処理(1 ton/cm²)を施した。再び845℃で24時間焼成し、酸化物超電導電流リードを得た。

【0011】図1に示す直流四端子法で本酸化物超電導電流リードの臨界電流特性と接続抵抗を評価した。なお、測定系の四端子の内、電流リードと電圧リードの間にはほとんど電流は流れないので、両リード間の電位差はほとんど接続抵抗に起因するものと考えられ、その電位差から接続抵抗を算出した。測定の結果、①の場合、臨界電流は200Aであり、その時四端子の電流リードと電圧リード間の電位差は1.5μVと非常に小さく、接続抵抗値は $5.6 \times (1/10)^8$ (Ω・cm²)であった。②の場合には、臨界電流は200Aであり、電流リードと電圧リード間の電位差は1.2μVと非常に小さく、接続抵抗値は $4.5 \times (1/10)^8$ (Ω・cm²)であった。また、③の場合には、臨界電流は200Aであり、電流リードと電圧リード間の電位差は2.0μVと非常に小さく、接続抵抗値は $7.5 \times (1/10)^8$ (Ω・cm²)であった。

【0012】

【実施例2】実施例1と同様にして得た棒状試料の端部に、幅50mmの銀箔を巻いた以外は実施例1と①と同様にして銀コート部を形成した。この酸化物超電導電流リード端部の銀コート部に外径3mm、長さ50mmの撚り銅線を複数本(1, 2, 4, 24, 120)接続して酸化物超電導電流リードを作成した。

【0013】このリードの接続抵抗を、図2に示す直流四端子法で評価した。その結果を図3に示す。図3において、横軸は通電電流、縦軸は銅線と超電導体との間の電位差である。従って、図3の傾きが接続抵抗となる。なお、図3中の数字は導線の接続本数を示す。この図3より、銅線の半田接続本数を増やすに従い、傾きは小さくなっており、接続抵抗は低減されることが分かる。120本接続した際のデータは図3中では、横軸と重なる

ため、省略してあるが、接続抵抗値は1μΩである。この接続抵抗値では1000Aを通電しても発熱量は1Wと小さく、既存の冷凍機でも十分処理可能な値である。

【0014】

【実施例3】実施例2における導線として、長さ50mmのニオブチタン合金の超電導線を24本接続し、実施例2と同様の手法を用いて液体ヘリウム温度で接続抵抗を測定した。その結果、接続抵抗値は200nΩであり、実用上問題にならない低接続抵抗が得られた。

【0015】

【比較例】実施例2と同様にして得た超電導体10本の両端部の銀コート部に、外径30mmの丸棒状の銅を半田付けした。両端の銅棒を固定しておき、室温と液体ヘリウム温度との間の熱サイクルを10回繰り返した。その結果、10本中3本にクラックの発生が認められた。

【0016】

【実施例4】実施例2と同様にして得た超電導体10本の両端部の銀コート部に、外径3mm、長さ50mmの撚り銅線を120本半田付けして酸化物超電導電流リードを得た。銅線を比較例と同様の丸棒状の銅に固定し、さらに銅を固定した上で、比較例と同様にして熱サイクル処理を施した。その結果、10本すべてにクラックの発生は認められず、銅線を用いることにより、棒状の銅に固定された場合よりも応力が低減されることが明らかとなった。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に用いた直流四端子法の測定系を示す説明図である。

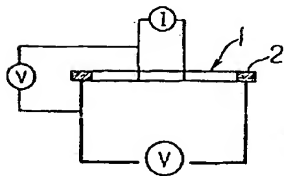
【図2】実施例2に用いた直流四端子法の測定系を示す説明図である。

【図3】実施例2における接続抵抗値を示す測定結果図である。

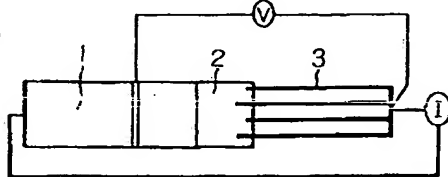
【符号の説明】

- 1 酸化物超電導体
- 2 銀コート部
- 3 導線

【図1】



【図2】



【図3】

